Unclassified
Winter 2003
No. 86

Canadian Security Intelligence Service

Commentary

Climate Change, Migration and Security

Robert McLeman and Barry Smit

Commentary reflects the personal view of the author(s) and does not imply CSIS authentication or endorsement.

1. Introduction

It is now broadly accepted that the Earth's climate is changing at an unprecedented rate, and that its future implications are wide-ranging. Past CSIS Commentaries have investigated the security implications of changes in the natural environment.[1] In this issue we investigate the risks associated with climate change, particularly the potential for changes to human migration patterns, and the implications these may have for the security community.

In doing so, we will summarize the current state of scientific knowledge of the process of climate change and show how some human communities are more vulnerable to climate change risks than others. In particular, we explore the relationship between the natural environment and human migration behaviour, and see how climate change may affect migration patterns.

How such changes would be relevant to the security community will be outlined through two brief examples. We suggest that risk assessments of communities or regions of particular interest to security organizations may be enhanced through the incorporation of projections from regional climate models and assessing the likely impacts on such communities. This can be done by understanding the concepts of vulnerability, exposure and adaptive capacity that are common in climate change adaptation research and are familiar to those involved in risk assessment generally.

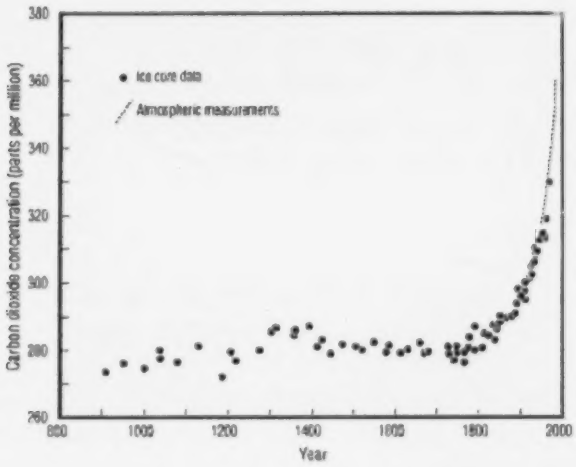
2. A brief overview of climate science

The familiar term "global warming" is frequently used to represent the effects human activity is having on the Earth's climatic processes; however, an increase in average temperatures is only one of many aspects of climate change anticipated in the coming decades. Other expected developments include rising sea levels, changes in precipitation patterns and droughts, and increased frequency and intensity of storms and extreme weather events.

Another common term, the "greenhouse effect", is a useful analogy to describe particular attributes of the Earth's atmosphere. The Earth receives most of its energy from incoming solar radiation. Certain gases that are naturally present in the atmosphere – water vapour, carbon dioxide and methane – act like the glass in a greenhouse by trapping a portion of this solar radiation that would otherwise radiate back into space, thereby increasing the surface temperature of the Earth, and enabling life to exist.

Especially in the past century, human activity-through the burning of fossil fuels, clearing of forests and production of cement – has caused an unprecedented accumulation in the amount of carbon dioxide and methane in the atmosphere, well beyond levels present before the Industrial Revolution (Figure 1). Moreover, human-created gases such as CFCs, that do not occur in nature but have heat-trapping effects similar to carbon dioxide, have also accumulated in the atmosphere. The cumulative effect is akin to improving the heat-trapping properties of the glass in a greenhouse.

Figure 1 – Increase in atmospheric carbon dioxide, past thousand years

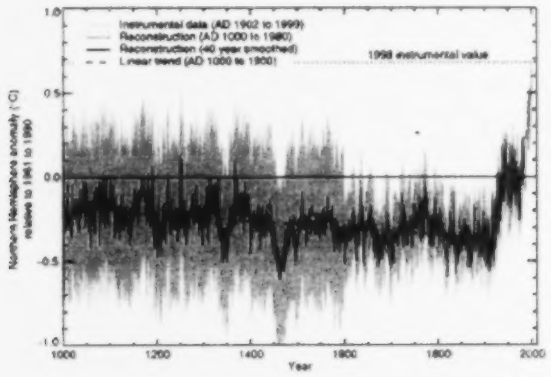


Source: U.S. Global Change Research Information Office

In 1988 the World Meteorological Organization and the United Nations Environment Program established the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (www.ipcc.ch). The IPCC's role is to assess the scientific, technical and socio-economic information relevant to understanding the scientific basis of risk of human-induced climate change, its potential impacts and options for adaptation and mitigation.

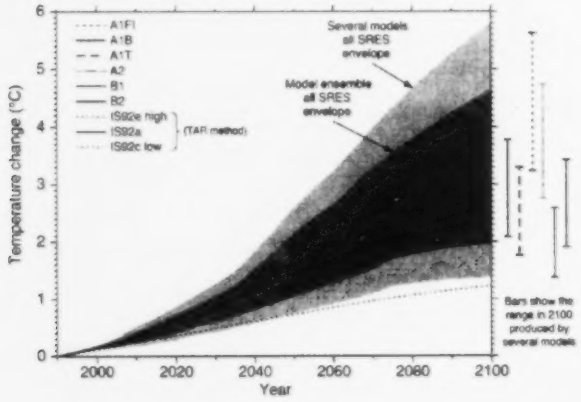
In its most recent report[2], the IPCC states that the average Earth surface temperature has increased by 0.6 degrees Celsius since 1861 (when reliable observations began to be recorded). The 1990s were the warmest decade and 1998 was the warmest year on record. The temperature increase over the Northern hemisphere in the past century is likely the greatest such increase in the past thousand years (Figure 2). While natural variations in climate do occur, the evidence is strong that most of the warming experience in the past fifty years is attributable to human activities. Based on the results of numerous computer models, the IPCC projects average temperatures will rise in the coming century by between 1.4 and 5.8 degrees Celsius (Figure 3).

Figure 2 – Average temperatures, Northern hemisphere, past thousand years



Source: McCarthy et al, 2001

Figure 3 – Combined projections of average global temperature increase for coming century from selected climate models



Source: McCarthy et al, 2001

To place these expected changes in context, the difference in average temperature between the last Ice Age and the present warm period is only between five and seven degrees Celsius[3] , and such changes occurred over the span of many centuries. The current upper-end projections for temperature increase in the present century suggest a rate of change unprecedented in the past 10,000 years.

Because there is no historical precedent for either the present rate of climatic change or the present atmospheric accumulation of greenhouse gases, climate scientists are obliged to simulate future temperature trends using computer models. The predictions generated by such models can exhibit a wide range of possible outcomes, reflecting the uncertainty about future emission levels of

greenhouse gases. Nonetheless, evidence of increased global temperatures is growing, and is particularly observable at high altitudes and high latitudes, where snow and ice cover are declining. In Canada's Northwest Passage, sea ice has thinned to previously unimaginable levels.[4]

Most analysis and debate over climate change has focussed on global average temperatures, yet climate is not simply a matter of average temperature. Climatic conditions vary greatly from place to place, year to year and attribute to attribute. Some other manifestations of climate change identified by the IPCC as being likely or very likely to occur in the coming century include:

- increased maximum temperatures and more hot days over most land areas;
- higher minimum temperatures and fewer cold and frost days over most land areas;
- increased risk of drought over many land areas;
- more intense rainfall and snowfall events over most land areas;
- increases in peak wind intensities of tropical cyclones over some areas, accompanied by increases in peak rainfall and precipitation accompanying such storms;
- sea levels will rise between 9 and 88cm.

Many of these represent exacerbations of existing climatic hazards to which human populations are already exposed, and therefore can be expected to affect human well-being in coming years.

3. Environmental change and human security

Past issues of the CSIS *Commentary* have considered the effects of changes in the natural environment on human security. In 1994, Berel Rodal (*Commentary* No. 47) recognized that environmental change has become a significant factor in international security, noting that climate change and environmental degradation were likely to contribute significantly to conflict and instability in coming years. In 1996, Nicolini Strizzi and Robert Stranks (*Commentary* No. 67) considered the security implications of environmental degradation in China. Among the immediate threats they identified was the degradation of China's fresh water supply.[5] Peter Gizewski (*Commentary* No. 71) reviewed the effects that depletion and degradation of resources can have on societal processes. He noted that conditions of scarcity might cause population displacements, undermine institutions and social relations, and lead to violence.

Among those who have looked at migration in the context of environmental change and human security, two Canadians are notable. Thomas Homer-Dixon of the University of Toronto explored what he referred to as "environmental and demographic threats to Canadian security", touching on both the potential impacts of climate change and the destabilizing effects of large-scale population displacements.[6] Steve Lonergan of the University of Victoria looked at how human degradation of the natural environment can lead to population displacements, and outlined a number of suggestions to policy-makers to address such concerns.[7]

Future climate change is expected to have considerable impacts on natural resource systems, and it is well-established that changes in the natural environment can affect human sustenance and livelihoods. This in turn can lead to instability and conflict, often followed by displacements of

people and changes in occupancy and migration patterns. Therefore, as hazards and disruptions associated with climate change grow in this century, so, too, may the likelihood of related population displacements. Such risks are identified through analyses of the vulnerability of communities to climate change.

4. Identifying vulnerability to climate change

A growing body of research has developed to explore the concept of vulnerability to climate change. Its origins can be traced to research in natural hazards, where it has long been recognized that a cyclonic storm of the same magnitude will have markedly different impacts on human populations in southern Bangladesh than in the southeastern US.[8] While the exposure to severe storms may be similar, the population of the US Atlantic coast has a different adaptive capacity than that of coastal Bangladesh. The consequences of hurricanes in the US are typically characterized by billions of dollars in property damage and a small number of lives lost, while in Bangladesh loss of life can be considerable, in addition to widespread property damage.

Vulnerability to climate change has been characterized as being a function of both exposure to climatic conditions and the adaptive capacity of the population at risk. [9] Some regions are not vulnerable to climate change because their exposure to its manifestations is likely to be low. Other regions, on the other hand, will be exposed, and where their capacity to adapt is insufficient, stress and conflict may occur. Moreover, the adaptive capacity of households within the same community can vary, so that some members may be more vulnerable than others even when exposure is the same. Researchers have begun investigating how attributes such as wealth, gender, age and ethnic origins can indicate which members of a community may be more vulnerable to climatic risks than others.[10]

Vulnerability to climate change can take significantly different forms within geographically small areas. For example, communities in southwestern Ontario are vulnerable to changes in precipitation patterns that may result from climate change, but for entirely different reasons. Communities on Ontario's Great Lakes shores are currently confronted with declining lake water levels, and this condition may be exacerbated by climate change.[11] Shoreline communities are therefore vulnerable because such changes affect economic activities like shipping and recreation. Meanwhile, inland communities dependent on groundwater for supplies of drinking water may be obliged to ration water use during summer due to drought, and many have already done so in recent years.

In summary, the vulnerability of human populations to the possible impacts of climate change depends upon both the nature of the changes in natural systems and the nature of the human social, political and economic systems in a given place at a given time.

5. The relationship between climate change and migration

A number of authors have suggested that the impacts of climate change on some vulnerable regions can be expected to cause conditions of scarcity, displace large numbers of people, and even lead to mass movements of "environmental refugees".[12]

For example, some have noted that current projections of sea level rise and increased tropical cyclone intensity may make many small island states uninhabitable.[13] This would lead to the unusual situation of UN member states ceasing to exist geographically, leaving the determination of the fate of residents to the international community.[14] Others take a more pessimistic view and suggest that mass movements of people will occur, especially from developing countries that lack the capacity to cope with recurrent droughts and associated food shortages.[15] Still others suggest that climate change-related migrations will pose serious international security challenges in coming decades.[16]

To determine if any such outcomes are likely, the first task is to confirm the validity of the assumption that a relationship exists between human population movements and climate, and establish the nature of the relationship.

Many researchers have shown that prehistoric human population settlement and migration patterns were highly influenced by climatic changes.[17] In China, where written records have been kept for many more centuries than in most Western nations, there is evidence that patterns of population movements over long periods of time, particularly by herdsmen, were related to changes in climate.[18] We have selected three examples of twentieth century migrations to which climatic events were attributed as causes or influences, and use them to illustrate some characteristics of the relationship between migration and climate.

Example 1: Southwestern USA, 1930s

Researchers have identified the climate of the US Great Plains in the 1930s as a useful analogue of possible future conditions under climate change for that region, because it featured multiple year shortfalls in precipitation and extended periods of above-average temperatures.[19] These climatic conditions coincided with nation-wide adverse economic conditions, declining crop prices and a period of rapid mechanization in the agricultural sector. The result was a widespread failure of small farms, particularly on marginal lands. Cotton-growing areas where sharecropping was widely practiced were especially hard hit, and many sharecroppers were displaced from their residence. During that decade, it is believed more than 300,000 residents of the US southwest migrated out of the region, primarily to California.[20] Tens of thousands more were displaced within the region, and shantytowns of displaced people sprang up on the edge of urban centres in the region.

Example 2: Drought migrations in East Africa

A number of research studies in recent decades have looked at the ways in which populations in African countries have attempted to cope with recurrent droughts. Because agriculture in these countries is often so heavily dependent on rainfall (as opposed to irrigation in more developed countries), rural populations there are particularly exposed to fluctuations in precipitation. The evidence is that drought occurs with sufficient frequency that some groups have adopted a range of adaptive strategies, including particular temporary migration patterns, to cope with climatic risks. In western Sudan, for example, such migration strategies have included sending an older male member to Khartoum to seek wage labour when drought conditions occur.[21] Similarly, the migration patterns of young people in northern Ethiopia appear to respond directly to patterns of drought.[22] In

dry rural areas, once drought becomes particularly severe and other adaptation options are exhausted, entire families and communities will move to places where relief is expected to be available.[23]

Example 3: Hurricane Mitch

In October 1998, a severe hurricane hit Central America, with Honduras and Nicaragua experiencing the worst of the storm. In Honduras, over 5,600 people were killed, 35,000 homes destroyed and the economy left in a terrible state.[24] Migration of Hondurans (legal or otherwise) to neighbouring countries and the US rose dramatically the following year, although they have since declined to lower levels (though still higher than pre-Mitch levels). US immigration authorities are still managing the migration response from Hurricane Mitch. Citing the ongoing need for post-Mitch assistance, in March 2003 the US Citizenship and Immigration Service announced it was extending until 2005 the Temporary Protection Status it granted to 80,000 Hondurans in the US following the hurricane. In other words, the immigration management requirements for the US from this one storm will continue for at least six years following the event.

6. Forms of climate change-driven migration

These three examples highlight several aspects of the relationship between climate change and migration, one of which is how climate-related migration can function in different ways. These include:

- formation of repetitive migration patterns as part of an ongoing adaptive response to variations and changes in climate (as in the case of East Africans and drought);
- short-term shocks of migrants with a particular climatic stimulus (as with Hurricane Mitch);
- large-scale movements of people that build slowly but gain momentum as adverse climate conditions coincide with other adverse socio-economic conditions or processes (as in the US Great Plains example).

There are certainly other ways in which migration patterns respond to changes in climate. The point to be made here is that there is no simple "if A then B" formula to explain migration responses to climatic stimuli. This highlights the importance of assessing the possible migration responses to climate change in the context of exposure to risk and adaptive capacity in the particular community and country.

7. Changes in exposure to climate risks

Droughts strike the American Great Plains and East Africa on a somewhat regular basis; hurricanes occur often in the Caribbean – they are features of the natural variation of climate. Predictions from the climate change research community are that such events – drought over continental areas and severe cyclonic storms – are likely to increase in frequency, magnitude, and extent, thus increasing

the exposure of people to such risks in the coming years. Indeed, the World Meteorological Organization (WMO) stated in July 2003 that in recent years the number of observed extreme weather events has increased globally.[25] Consequently, the risks of migrations occurring as a result of extreme weather events, droughts and changing climate conditions are growing.

In the case of Central America, there is evidence that hurricane frequency is increasing. [26] If the frequency of intense storms such as Mitch increases, it begs the question of whether a poor nation like Honduras can recover sufficiently before the next hurricane occurs. Time has passed and Honduras is still struggling to get itself back to the economic position it was in beforehand. In this case, the risk is a temporal change in hurricane occurrence. Changes in the spatial distribution of extreme weather events and other adverse climatic conditions are also possible, meaning that human communities that historically have not experienced them may do so in coming years. For example, there is evidence that in the past two decades the occurrence of tropical storms abruptly increased in the northern parts of the traditional Atlantic hurricane region. [27] Such changes could simply be anomalies that are not significant over longer periods; however, they illustrate how exposure to extreme weather events can change geographically over short periods, even in the absence of human alteration of natural atmospheric processes.

The IPCC states that changes in precipitation patterns over many continental areas – increased frequency of droughts and intense rain and snowfalls – appear likely to occur in coming decades. As with tropical storms, these changes may be expected to vary both spatially and temporally. For example, research suggests that precipitation patterns over much of Northern China are changing, with the northwestern region becoming wetter and central and eastern areas becoming dryer. [28] At the same time, the intensity of precipitation in some areas also appears to be changing.[29]

This raises a further point about climate change impacts; people in some areas may find themselves exposed to more favourable climates in the future than at present. It is therefore conceivable that such areas might eventually attract migrants. Should sea ice thin in the Northwest Passage to the extent that its use by commercial shipping becomes practical, increased movement of goods and people through Canada's Arctic and economic and population growth in northern communities would be experienced. Depending upon their nature, some aspects of these new patterns of activity could be of interest to the security community.

8. Changes in adaptive capacity

In the case study areas of the US Southwest and Northeast Africa, exposure to increased frequencies of drought appears likely in coming decades as a result of climate change. However, just as exposure can vary, so too can adaptive capacity. Although the drought of the 1930s caused widespread population displacements in the US, droughts in subsequent decades have not.[30] This is attributable to a number of factors that have enhanced the adaptive capacity of the region. After the 1930s, populations in the Great Plains states, especially in rural areas, never regained their former size, and practices such as sharecropping and tenant farming of small landholdings ended. The agricultural sector adopted a range of new technologies and strategies to adjust to low-rainfall years, such as using groundwater irrigation to reduce reliance on rainfall. Yet another change is that governments

now provide crop insurance, subsidies and ad hoc financial relief to farmers during low rainfall years.

In other words, adaptive capacity in the Great Plains states has increased such that large-scale migration has not been used as an adaptive option since the 1930s, even though exposure to drought continues to this day. Of course, there may be constraints to these forms of adaptive capacity. Groundwater reserves may be threatened or depleted, or the tax-paying public may demand an end to compensation payments for farmers.

In lesser-developed countries like Ethiopia and Sudan, where national governments can provide minimal assistance to rural populations during hard times, and where technologies such as groundwater irrigation are not possible or beyond the means of most farmers, migration will continue to be used as an adaptive strategy so long as remaining *in situ* during times of drought and crop failure brings the risk of starvation upon families. One of the ongoing debates among signatories to the UN Framework Convention on Climate Change concerns finding means (financial, technological and other) of assisting developing countries to increase their adaptive capacity.

These examples reinforce the notion that the vulnerability of particular human populations to the future impacts of climate change depends upon both the nature of exposure to the risks (or benefits) of changes in natural conditions and changes in the population's capacity to adapt to such changes, the latter being a function of social, political and economic conditions in the community.

9. Characteristics of climate change migrants

In the previous section we noted that in a community where there is exposure to adverse climatic conditions, migration is not always the adaptive response taken by the population. Even where it is a response, migrants do not necessarily share the same demographic characteristics as the population at risk. Migration after droughts in East Africa tends to be undertaken most often by young males. Migrants to California from the southwestern plains states in the 1930s more often than not consisted of intact nuclear families of above-average education, came from a range of occupational backgrounds, and had extended family support waiting for them in California.[31] Yet these were not the typical demographic characteristics of those most adversely affected by the conditions in the source area – landless people, rural poor, the sick or elderly, those with little family support.

In other words, *those most vulnerable are not necessarily the most likely potential climate change migrants*. To undertake migration, particularly over long distances, requires access to money, family networks and/or some other form of assistance or capital. In the 1930s, shantytowns sprawled on the outskirts of urban centres in the southwestern plains states – this appears to be where persons adversely affected but lacking the ability to migrate away from the region ended up.

10. Implications for the security and intelligence community

Earlier we said that the vulnerability of a given human population to climate change is a function of both its exposure to the associated risks and its capacity to adapt to those risks. We have shown that in some cases, this vulnerability can lead to changes in migration patterns as people respond to loss of livelihood, economic disruptions, social stresses, instability and/or conflict. Such events have implications for the security and intelligence community.

For example, the scarcity of water resources in the Middle East and the potential for conflict has been an international concern for some time now. [32] How human populations in the Middle East would respond to any future changes in precipitation patterns, whether the response might include changes in migration or settlement patterns, and the characteristics of the people who migrate would be of concern to many in the security community.

Security implications are not just limited to how climate change may alter migration and settlement patterns in the area where the change occurs. Consider again the case of a hurricane such as Mitch. The consequent displacement of large numbers of people causes substantial disruption in the source area, but also places stress on areas that receive the unexpected migrants. In this case, the security implications are a combination of those in the source area and the receiving one. CSIS is actively involved in providing security advice to Citizenship and Immigration Canada on immigrants. [33] Consequently, in this sector of its operations, CSIS has a particular interest in events, climate-related or otherwise, that may have an impact on the nature of migration patterns to Canada.

The challenge for the security organization is clear: how to incorporate in its analytical procedures and operational activities the capacity to anticipate climate change risks and assess the possible adaptive responses in populations of concern. Moreover, there is a need to accomplish this when the resources available are limited and the demands upon the security organization are numerous.

11. Illustrative cases: Climate change and migration patterns in China and Pakistan

The regions previously used as case examples in this article – the US Dust Bowl, northeastern Africa and Honduras – served the purpose of illustrating the relationships between climate change and migration, but do not represent areas that are of particular security interest from a Canadian perspective. To illustrate current linkages between climate change, migration and security, the cases of China and Pakistan can be considered briefly. Both countries regularly feature among the top source countries of immigrants to Canada, [34] and consequently large and growing transnational communities have developed between Canada and each of them. Both have also been featured in past CSIS Commentaries, which we use as starting points for incorporating climate change information and potential population responses into security analysis.

a) China

In reviewing the potential for instability in China and its implications for Canada, Michael Szonyi identifies internal migration patterns – particularly uncontrolled rural-to-urban migration and the

movement of Han Chinese into western China and Tibet – among the numerous causes of instability (*Commentary* No. 79). Nicolino Strizzi and Robert T. Stranks linked population pressure and growing rural-to-urban migration in China to environmental degradation, and voiced particular fears about the future of China's freshwater supply (*Commentary* No. 67). Using lessons from the historically analogous case of the Dust Bowl and information from regional climate models, the security forecasts of these authors can be enhanced.

Regional climate change scenarios for China in the decade beginning 2020 suggest that climate change would result in decreased precipitation across northcentral and northeastern China. [35] Combined with an expected increase in average temperatures, this would lead to drier soil conditions and reduced crop yields, especially where crops cannot be irrigated. Such conditions, should they materialize, would have adverse effects on agriculture and increase pressure on rural dwellers to migrate to other areas in search of economic opportunity, thereby magnifying the existing flow of migrants from the countryside to China's cities. The relationships between environmental and socio-economic conditions would be not unlike those that led to the Dust Bowl migration in the US of the 1930s. Periods when precipitation shortfalls coincide with adverse economic conditions for farmers (such as low crop prices) would be those most likely to lead to sudden spikes in rural-to-urban migration levels that might lead to socio-political unrest.

In northwestern China, where unrest currently exists between Han migrants and predominantly Muslim Uighurs (see also Paul George, *Commentary* No. 73), regional climate models suggest that average precipitation and soil moisture availability may actually increase in coming decades. Such conditions would have a positive effect on average crop yields and likely increase the attractiveness of this region for new migrations of Han Chinese farmers. This would in turn increase the potential for conflict between the traditional Uighur population and Han migrants.

b) Pakistan

Writing in 1997, Peter Gizewski noted that Pakistan was experiencing turmoil in major cities, a high rate of population increase, ongoing degradation of agricultural land, potential water shortages, uneven distribution of resources, and increasing rural-to-urban migration, all of which were contributing to political instability (*Commentary* No. 71). There have been significant political changes in Pakistan since that time. Moreover, the September 11 terrorist attacks and subsequent American removal of the Taliban regime in Afghanistan have increased Pakistan's importance to international security and counter-terrorism efforts since Gizewski's analysis. In addition to the new security concerns and interests that have developed since 1997, more information also exists regarding Pakistan's vulnerability to climate change and the potential for further disruption to the socio-economic well-being of that country.

Precipitation in Pakistan is highly seasonal. Regional climate models for Pakistan suggest that average rainfall during the wet season is likely to increase in coming years, as will average temperatures during the dry season.[36] The result is that agricultural soils in much of the country would experience increased moisture loss during dry seasons and more extreme precipitation during the wet season, both of which are hazards for farmers. Crops yields, especially cereal crops, are

expected to fall unless the amount of cropland irrigated can be increased and farmers can adjust planting times and crop selections successfully.

Increased runoff from mountainous areas and more rainfall during the wet season would mean that at certain times of year there would likely be additional water in the Indus river system. At present, however, infrastructure does not exist to store and transport this extra water for irrigation during the dry season. As a result, additional water is as likely to increase existing environmental hazards, such as flooding and high soil salinity, as it is to benefit farmers.

If climate model projections are accurate, climatic changes in Pakistan would likely exacerbate present environmental conditions that give rise to land degradation, shortfalls in food production, rural poverty and urban unrest. Circular migration patterns such as those observed in northeastern Africa, punctuated by shocks of migrants following extreme weather events such as occurred in post-Mitch Honduras, could be expected. Such changes would likely affect not only internal migration patterns, but also migration movements to other countries such as Canada that host large Pakistani communities.

12. Assessing climate change risks in the context of security

The preceding examples illustrate how the incorporation of climate change information may enhance forward-looking security analyses. There are various ways by which a security organization might develop this capacity. One way could be to develop a distinct assessment program of climate change risks within the organization. A more efficient and cost-effective alternative may be to mainstream climate change risk assessments into ongoing security analysis and risk assessment work.

Security organizations are already engaged in the identification of groups, communities and regions that are of actual or potential concern. It is relatively straightforward to add to existing analytical processes the identification of present exposure to climate risks and the current adaptive capacity of communities in a region of concern. Once done, model-derived forecasts of future climate for that particular area can be added to the analysis, and a prediction made of future vulnerability and possible responses by the community.

Such an approach may seem simple and intuitive, and we hope that it is. It incorporates climate change risk factors into processes used by analysts on a regular basis, and builds on the existing strengths of the security community. The information inputs required are readily and publicly available, and the results enhance the comprehensiveness of risk forecasts for populations of interest.

13. Conclusion

Significant changes in climate are expected in the coming years, and the manifestations are already becoming evident. Many of these are exacerbations of existing climate risks to which human communities are already vulnerable. The vulnerability of a given community to such risks is a function of the nature of its exposure and its capacity to adapt. There is evidence, both historical and recent, that human migration patterns can be altered or new migrations triggered by climatic events

or conditions that occur in vulnerable communities. The emergence of large-scale migration and transnational communities between Canada and regions where security concerns exist means that conditions, including climatic ones, that affect stability and well-being in those countries are of concern to Canada.

Climate-related disruptions of human populations and consequent migrations can be expected over coming decades. Such climate-induced movements can have effects in source areas, along migration routes and in the receiving areas, often well beyond national borders. Many of the consequent stresses, risks and opportunities have implications for the security community. The incorporation of climate change vulnerability assessments into existing risk assessment procedures offers an opportunity for the Service to enhance its ability to anticipate and prepare for climate-related movements of people.

Robert McLeman is completing doctoral research at the University of Guelph, where he is studying human adaptation to climate change risks. He previously worked for more than ten years in Asia, Europe and the United States as an immigration foreign service officer.

Barry Smit is professor of Geography and Canada Research Chair in Global Environmental Change at the University of Guelph. He was convening lead author on the most recent report on Adaptation by the Intergovernmental Panel on Climate Change, and has served as consultant to a number of Canadian government departments and international organizations on adaptation to climate change risks.

Commentary is a regular publication of the Research, Analysis and Production Branch of CSIS. Inquiries regarding submissions may be made to the Director General of the Research, Analysis and Production Branch at the following address: Box 9732, Stn. "T", Ottawa, Ont., K1G 4G4, or by fax at (613) 842-1312. Consult our World Wide Web site on the Internet for back issues of *Commentary*: http://www.csis-scrs.gc.ca

ISSN 1192-277X
Catalogue JS73-1/86

NOTES

[1] See Commentary No. 71, *Environmental scarcity and conflict* by Peter Gizewski, Spring 1997; No. 67, *The security implications for China of environmental degradation* by Nicolino Strizzi and Robert T. Stranks, March 1996; No. 47, *The environment and changing concepts of security* by Berel Rodal, August 1994.

[2] Houghton, J. T., Ding, Y., Griggs, D. J., Nouguer, M., van der Linden, P. J., Da, X., Maskell, K., and Johnson, C. A. (2001). "Climate change 2001: The Scientific Basis." Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva.

[3] *Encyclopaedia of the Atmospheric Environment*, accessible at www.doc.mmu.ac.uk/aric/eae/index.html.

[4] A useful summary of impacts of warming in Canada's Arctic appeared in U.L. McFarling's article "Vanishing ice" in the *Los Angeles Times*, January 19, 2003.

[5] Recent research on climate change impacts in China suggests that much of northern China may experience increasing shortfalls in precipitation in the coming century, further exacerbating human degradation of water supplies. See Tao, F., Yokozawa, M., Hayashi, Y., and Lin, E. (2003). "Future climate change, the agricultural water cycle and agricultural production in China." *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 95(1), 203-215.

[6] Homer-Dixon, T. (1994). "Environmental and demographic threats to Canadian security." *Canadian Foreign Policy*, 2(2), 7-40.

[7] Lonergan, S. (1998). "The role of environmental degradation in population displacement." Research Report 1, Global Environmental Change and Human Security Project, Victoria.

[8] The frequency and magnitude of natural hazards such as floods, tropical storms, ice storms and so forth is expected to increase in coming decades as a result of human-induced climate change. The landmark text in the study of human vulnerability to natural hazards, Burton, Kates and White's *The environment as hazard* (Guilford Press, 1979, updated 1993) remains a useful starting point for considering this aspect of climate change and human vulnerability.

[9] Smit, B., and Pilifosova, O. (2001). "Adaptation to climate change in the context of sustainable development and equity." Climate change 2001: Impacts, adaptation and vulnerability - Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, J. J. McCarthy, O. F. Canzianni, N. A. Leary, D. J. Dokken, and K. S. White, eds., Cambridge University Press, Cambridge.

[10] Clark, G. E., Moser, S. C., Ratick, S. J., Dow, K., Meyer, W. B., Emani, S., Jin, W., Kasperson, J. X., Kasperson, R. E., and Schwarz, H. E. (1998). "Assessing the vulnerability of coastal communities to extreme storms: The case of Revere, MA., USA." *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 3(1), 59-82; Cutter, S., Mitchell, J. T., and Scott, M. S. (2000). "Revealing the Vulnerability of People and Places: A Case Study of Georgetown County, South Carolina." *Annals of the Association of American Geographers*, 90(4), 713-737.

[11] The Government of Canada has produced a Web site that provides summaries of anticipated climate change impacts by region: www.climatechange.gc.ca

[12] Döös, B. R. (1994). "Environmental degradation, global food production, and risk for large-scale migrations." *Ambio*, 23(2), 124-130; Hugo, G. (1996). "Environmental concerns and migration." *International Migration Review*, 30(1), 105-131; MacKellar, F. L., Lutz, W., McMichael, A. J., and Suhrke, A. (1998). "Population and climate change." Human choice and climate change, S. Rayner and E. L. Malone, eds., Battelle Press, Columbus, 89-194; Magadza, C. H. D. (2000). "Climate change impacts and human settlements in Africa: Prospects for adaptation." *Environmental Monitoring and Assessment*, 61(1), 193-205; Meze-Hausken, E. (2000). "Migration caused by climate change: how vulnerable are people in dryland areas?" *Mitigation and Adaptation Strategies for Climate Change*, 5(4), 379-406; Hay, J., and Beniston, M. (2001). "Environmental change and migration." *Tiempo*, 4,2 (December); Myers, N. (2002). "Environmental refugees: a growing phenomenon of the 21st century." *Philosophical transactions of the Royal Society London: Biological sciences: Series B*, 357(1420), 609-613; Barnett, J. (2003). "Security and climate change." *Global Environmental Change*, 13(1), 7-17.

[13] Hay, J., and Beniston, M. (2001) as in note 11.

[14] In the past year residents of the Pacific Island nation of Tuvalu have experienced damaging tidal surges and saltwater intrusion into agricultural land. Tuvalu authorities appealed to the governments of New Zealand and Australia to relocate Tuvalu's 11,000 people. So far it appears New Zealand has been more receptive than Australia to the idea. *Environment News Service*, August 19, 2002 "Pacific Islands: Climate Change, Radiation Concern Leaders"

[15] Myers, N. (2002), as in note 11.

[16] Barnett, J. (2003), as in note 11.

[17] Geel, B. V., Buurman, J., and Waterbolk, H. T. (1996). "Archaeological and palaeoecological indications of an abrupt climate change in The Netherlands, and evidence for climatological teleconnections around 2650 BP." *Journal of Quaternary Science*, 11(6), 451-460; Dolukhanov, P. M. (1997). "The Pleistocene-Holocene transition in Northern Eurasia: environmental changes and human adaptations." *Quaternary International*, 41-42, 181-191; Gribchenko, Y. N., and Kurenkova, E. I. (1997). "The main stages and natural environmental setting of Late Paleolithic human settlement in Eastern Europe." *Quaternary International*, 41-42, 173-179; Huntley, B. (1999). "Climatic change and reconstruction." *Journal of Quaternary Research*, 14(6), 513-520; Yesner, D. R. (2001). "Human dispersal into interior Alaska: antecedent conditions, mode of colonization and adaptations." *Quaternary Science Reviews*, 20(1-3), 315-327; Tyson, P. D., Lee-Thorp, J., Holmgren, K., and Thackeray, J. F. (2002). " Changing Gradients of Climate Change in Southern Africa during the Past Millennium: Implications for Population Movements." *Climatic Change*, 52(1), 129-135.

[18] Smit, B., and Cai, Y. (1996). "Climate change and agriculture in China." *Global Environmental Change*, 6(3), 205-214.

[19] Rosenzweig, C., and Hillel, D. (1993). "The Dust Bowl of the 1930s: Analog of greenhouse effect in the Great Plains?" *Journal of Environmental Quality*, 22(1), 9-22.

[20] Gregory, J. N. (1989). *American Exodus: The Dust Bowl migration and Okie culture in California*, Oxford University Press, New York.

[21] Afolayan, A. A., and Adelekan, I. O. (1999). "The role of climatic variations on migration and human health in Africa." *The Environmentalist*, 18(4), 213-218

[22] Ezra, M. (2001). "Demographic responses to environmental stress in the drought- and famine-prone areas of northern Ethiopia."

[23] Meze-Hausken, E. (2000). "Migration caused by climate change: how vulnerable are people in dryland areas?" *Mitigation and Adaptation Strategies for Climate Change*, 5(4), 379-406.

[24] Morris, S. S., Neidecker-Gonzales, O., Carletto, C., Munguia, M., Medina, J. M., and Wodon, Q. (2002). "Hurricane Mitch and the livelihoods of the rural poor in Honduras." *World Development*, 30(1), 49-60.

[25] World Meteorological Organization press release July 2, 2003 www.wmo.ch

[26] Section 14.1.2.1.5 in McCarthy, J. J., Canziani, O. F., Leary, N. A., Dokken, D. J., and White, K. S. (2001). "Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability." Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva.

[27] Karl, T. R., and Easterling, D. R. (1999). "Climate extremes: Selected review and future research directions." *Climatic Change*, 42(1), 309-325.

[28] Tao, F., Yokozawa, M., Hayashi, Y., and Lin, E. (2003). "Future climate change, the agricultural water cycle and agricultural production in China." *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 95(1), 203-215.

[29] Zhai, P., Sun, A., Ren, F., Liu, X., Gao, B., and Zhang, Q. (1999). "Changes of climate extremes in China." *Climatic Change*, 42, 203-218.

[30] Note that much of the US plains and Canadian prairies experienced severe drought conditions over the past several years. At the time of this writing (July, 2003), precipitation levels this year are again suitable for farming. Crop prices in recent years have also dropped to those of the 1930s in real terms (thanks to Ben Bradshaw of Simon Fraser University for reminding us of this).

[31] Gregory, J. N. (1989). *American Exodus: The Dust Bowl migration and Okie culture in California*, Oxford University Press, New York.

[32] Toset, H. P. W., Gleditsch, N. P., and Hegre, H. (2000). "Shared rivers and interstate conflict." *Political Geography*, 19(8), 971-996.

[33] Information on the role of CSIS in immigration and citizenship screening is available at www.csis.gc.ca

[34] According to Citizenship and Immigration Canada, in 2002 China was the largest source of immigrants to Canada (33,231 migrants) and Pakistan the third-largest source (14,164). Source: "Research and statistics" at www.cic.gc.ca

[35] Sources for China case study: Tao, F., Yokozawa, M., Hayashi, Y., and Lin, E. (2003). "Future climate change, the agricultural water cycle and agricultural production in China." *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 95(1), 203-215; Zhai, P., Sun, A., Ren, F., Liu, X., Gao, B., and Zhang, Q. (1999). "Changes of climate extremes in China." *Climatic Change*, 42, 203-218; Ying, A. (2000). "Impact of climate change on China's water resources." *Environmental Monitoring and Assessment*, 61(1), 187-191; and, Smit, B., and Cai, Y. (1996). "Climate change and agriculture in China." *Global Environmental Change*, 6(3), 205-214.

[36] Pakistan country file in "Climate Change in Asia" by the Energy and Resources Institute, accessible at www.ccasia.teri.res.in/country/pak/pak.htm

Non classifié
Hiver 2003
N° 86

Service canadien du renseignement de sécurité

Commentaire

Changement climatique, migration et sécurité

Robert McLeman et Barry Smit

Commentaire exprime les opinions des auteurs et ne suppose pas que le SCRS y souscrit ou en endosse l'authenticité.

1. Introduction

Il est maintenant largement accepté que le climat de la Terre change à un rythme sans précédent et que les conséquences futures de ce changement sont très diversifiées. Il a déjà été question dans d'autres numéros de la collection *Commentaire* du SCRS des répercussions sur le plan de la sécurité des changements qui surviennent dans l'environnement naturel[1]. Dans le présent numéro, nous allons examiner les risques associés au changement climatique, en particulier les changements possibles dans les mouvements migratoires humains et les répercussions éventuelles de ces changements sur l'appareil de la sécurité.

Pour cela, nous allons résumer l'état actuel des connaissances scientifiques sur le processus du changement climatique et démontrer que certaines collectivités humaines sont plus vulnérables que d'autres aux risques qui en découlent. En particulier, nous étudierons la relation entre l'environnement naturel et le comportement migratoire humain et verrons de quelle façon le changement climatique peut influer sur ce dernier.

Nous nous appuierons sur deux brefs exemples pour décrire l'importance de ces changements pour l'appareil de sécurité. Nous estimons que l'intégration de projections tirées de modèles climatiques régionaux et l'évaluation des effets possibles sur les collectivités ou régions présentant un intérêt particulier pour les organismes de sécurité pourraient améliorer les évaluations des risques pour ces collectivités ou régions. Pour y arriver, il faut comprendre les concepts de vulnérabilité, d'exposition et de capacité d'adaptation qui sont courants dans les recherches sur l'adaptation au changement climatique et familiers aux personnes associées à l'évaluation des risques en général.

2. Bref survol de la science du climat

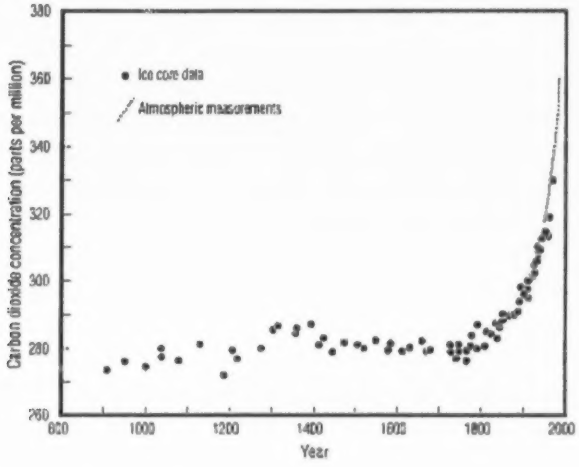
On utilise souvent le terme de « réchauffement planétaire » pour représenter les effets de l'activité humaine sur les processus climatiques de la Terre; cependant, l'élévation des températures moyennes n'est qu'un des nombreux aspects du changement climatique prévu pour les décennies à venir. Parmi les autres changements prévus figurent l'élévation du niveau de la mer, les modifications de la configuration des précipitations et des sécheresses, ainsi qu'une augmentation de la fréquence et de l'intensité des tempêtes et des phénomènes météorologiques extrêmes.

Une autre expression courante, « effet de serre », est une analogie utile pour décrire certaines caractéristiques de l'atmosphère de la Terre. La plus grande partie de l'énergie de la Terre provient du rayonnement solaire incident. Certains gaz naturellement présents dans l'atmosphère – comme la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone et le méthane – agissent comme les vitres d'une serre, c'est-à-dire qu'ils piègent une partie de ce rayonnement solaire qui serait autrement renvoyé dans l'espace, ce qui fait monter la température de la Terre et y permet la vie.

Au cours du dernier siècle surtout, l'activité humaine – par la combustion des combustibles fossiles, le déboisement et la production de ciment – a causé une augmentation sans précédent des concentrations de dioxyde de carbone et de méthane dans l'atmosphère, qui dépassent maintenant

de loin les niveaux de l'époque préindustrielle (figure 1). De plus, des gaz de synthèse, comme les CFC, qui ne sont pas présents dans la nature mais ont la même capacité de piéger la chaleur que le dioxyde de carbone, se sont aussi accumulés dans l'atmosphère. L'effet cumulatif en revient à améliorer les propriétés de rétention de la chaleur du vitrage d'une serre.

Figure 1 – Augmentation des concentrations atmosphériques de dioxyde de carbone au cours des 1 000 dernières années



Source : Global Change Research Information Office des États-Unis

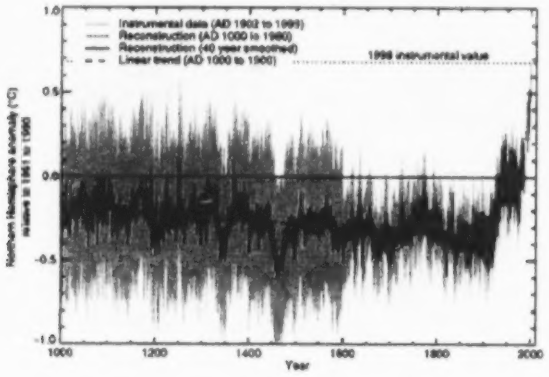
ice core data = données issues de carottes de glace
atmospheric measurements = mesures atmosphériques
carbon dioxide... = concentration de dioxyde de carbone (parties par million)
year = année

En 1988, l'Organisation météorologique mondiale et le Programme des Nations Unies pour l'environnement ont créé le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (www.ipcc.ch). Le rôle du GIEC est d'évaluer les informations scientifiques, techniques et socio-économiques pertinentes pour comprendre les bases scientifiques du risque du changement climatique anthropique, de ses impacts possibles et des options d'adaptation et d'atténuation.

Dans son plus récent rapport[2], le GIEC indique que la température moyenne à la surface de la Terre s'est élevée de 0,6 °C depuis 1861 (époque où on a commencé à enregistrer des observations fiables). Les années 1990 ont été la décennie la plus chaude, et 1998, l'année la plus chaude enregistrée. L'élévation de la température sur l'hémisphère Nord au cours du dernier siècle serait sans équivalent depuis 1 000 ans (figure 2). Bien que le climat connaisse des fluctuations naturelles, tout porte à croire que la plus grande partie du réchauffement survenu au cours des 50 dernières années est imputable aux activités humaines. À la lumière des résultats fournis par de nombreux modèles informatiques, le GIEC projette que la hausse des températures moyennes au cours du prochain

siècle devrait se situer entre 1,4 et 5,8 °C (figure 3).

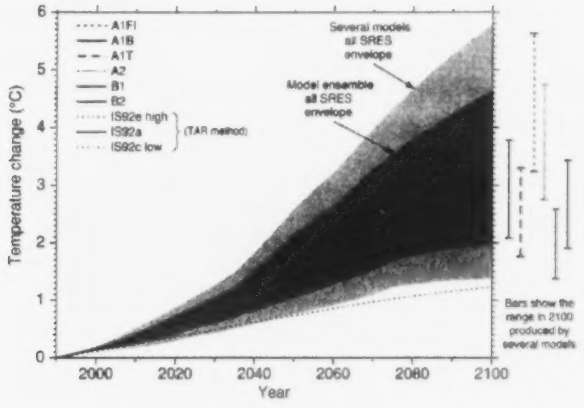
Figure 2 – Températures moyennes, hémisphère Nord, 1 000 dernières années



Source : McCarthy *et al.*, 2001

instrumental... = données instrumentales (de 1902 à 1999)
reconstruction... = reconstitution (de 1000 à 1980)
reconstruction... = reconstitution (lissée sur 40 ans)
linear... = tendance linéaire (de 1000 à 1900)
1999... = valeur instrumentale 1999
northern... = anomalie dans l'hémisphère Nord (°C) par rapport à la moyenne de 1961 à 1990
year = année

Figure 3 – Projections combinées de l'élévation de la température planétaire moyenne pour le prochain siècle, issues de modèles du climat



Source : McCarthy *et al.*, 2001

temperature change = changement de la température
IS92e high = IS92e haut
IS92c low = IS92c bas
TAR method = méthode TAR
several... = plusieurs modèles avec tous les scénarios SRES
model... = moyenne des modèles avec tous les scénarios SRES
bars... = les barres indiquent l'ensemble des résultats obtenus par plusieurs modèles pour 2100
year = année

Pour replacer en contexte ces changements prévus, il faut se rappeler que la différence des températures moyennes entre le dernier âge glaciaire et la présente période chaude n'est que de 5 à 7 °C[3], et que ces changements se sont étalés sur de nombreux siècles. La limite haute des actuelles projections de l'élévation des températures pour le présent siècle semble indiquer un rythme de changement sans précédent dans l'histoire des 10 000 dernières années.

Comme il n'existe aucun précédent historique ni de la vitesse actuelle du changement climatique, ni des concentrations atmosphériques actuelles de gaz à effet de serre, les spécialistes du climat sont obligés d'effectuer, à l'aide de modèles informatisés, des simulations des tendances à venir des températures. Les prédictions faites à partir de ces modèles peuvent montrer une large plage d'issues possibles, témoignant de l'incertitude quant aux niveaux futurs des émissions de gaz à effet de serre. Néanmoins, on dispose de plus en plus de preuves d'une hausse des températures planétaires, qui est particulièrement facile à observer en hautes altitudes et latitudes, où la neige et la glace sont en recul. Au Canada, dans le passage du Nord-Ouest, la glace de mer s'est amincie à un point autrefois inimaginable[4].

La plupart des analyses et des débats sur le changement climatique ont été axés sur les températures

planétaires moyennes, mais le climat n'est pas seulement une question de température moyenne. Les conditions climatiques varient grandement d'un endroit, d'une année ou d'un paramètre à un autre. Parmi les manifestations du changement climatique considérées par le GIEC comme probables ou très probables pour le siècle à venir figurent :

- une élévation des températures maximales et une augmentation du nombre de jours chauds pour la plupart des zones terrestres;
- une élévation des températures minimales et une diminution du nombre de jours froids ou de jours de gel pour la plupart des zones terrestres;
- une augmentation du risque de sécheresse pour la plupart des zones terrestres;
- une augmentation du nombre d'épisodes intenses de pluie et de neige pour la plupart des zones terrestres;
- une augmentation de l'intensité des pointes de vent des cyclones tropicaux dans certaines régions, ainsi que de l'intensité des précipitations moyennes et maximales qui les accompagnent;
- une élévation du niveau des océans de 9 à 88 cm.

Comme il ne s'agit dans la plupart des cas que d'exacerbations des risques auxquels les climats actuels exposent déjà les populations humaines, on peut s'attendre à ce que ces manifestations aient une incidence sur le bien-être humain au cours des années à venir.

3. Changement environnemental et sécurité humaine

Des numéros antérieurs de la collection *Commentaire* du SCRS ont porté sur les effets des changements du milieu naturel sur la sécurité humaine. En 1994, Berel Rodal (*Commentaire* n° 47) reconnaissait l'importance croissante des questions environnementales pour la sécurité internationale et indiquait que les changements climatiques et la dégradation de l'environnement s'ajouteraient manifestement aux sources classiques de conflits et d'instabilité au cours des années à venir. En 1996, Nicolini Strizzi et Robert Stranks (*Commentaire* n° 67) se sont penchés sur la dégradation de l'environnement en Chine et ses répercussions sur la sécurité. Parmi les menaces immédiates qu'ils ont identifiées figurait la dégradation des réserves d'eau douce de ce pays[5]. Peter Gizewski (*Commentaire* n° 71) a examiné les conséquences sociales possibles de l'épuisement et de la dégradation des ressources. Il a constaté que des conditions de pénurie peuvent entraîner des exodes de populations, perturber les institutions et les relations sociales et conduire à la violence.

Parmi les personnes qui ont étudié la migration dans le contexte du changement environnemental et de la sécurité humaine, deux Canadiens se distinguent. Thomas Homer-Dixon, de l'Université de Toronto, s'est intéressé à ce qu'il appelle les « menaces environnementales et démographiques pour la sécurité du Canada », examinant à la fois les impacts éventuels du changement climatique et les effets déstabilisateurs des déplacements de populations à grande échelle[6]. Steve Lonergan, de l'Université de Victoria, a étudié la façon dont la dégradation anthropique de l'environnement naturel peut entraîner des déplacements de populations et formulé à l'intention des décideurs un certain nombre de recommandations pour faire face à ces problèmes[7].

Le changement climatique à venir risque d'avoir des incidences considérables sur les systèmes de ressources naturelles, et il est maintenant bien établi que les changements dans le milieu naturel peuvent avoir un effet sur la subsistance et les moyens d'existence des populations humaines. Cet état de choses peut à son tour conduire à l'instabilité et à des conflits, souvent suivis de déplacements de populations et de changements dans les régimes d'occupation des terres et les mouvements de migration. Par conséquent, à mesure que les dangers et les perturbations associés au changement climatique augmenteront pendant le présent siècle, il pourra en aller de même pour la probabilité des déplacements de populations qui en découleront. Ces risques sont recensés au moyen d'analyses de la vulnérabilité des collectivités au changement climatique.

4. Détermination de la vulnérabilité au changement climatique

Un nombre croissant de recherches portent sur la vulnérabilité au changement climatique. On peut faire remonter les origines de ce concept aux recherches sur les risques naturels, qui ont permis depuis déjà longtemps de constater que deux tempêtes cycloniques de même intensité auront des effets sensiblement différents selon qu'elles frapperont des populations du sud du Bangladesh ou du sud-est des États-Unis[8]. Bien que l'exposition aux tempêtes violentes soit la même, la capacité d'adaptation de la population de la côte atlantique des États-Unis est différente de celle des côtes du Bangladesh. Les conséquences des ouragans aux États-Unis se caractérisent généralement par des pertes de milliards de dollars en dommages matériels et un nombre relativement limité de pertes de vies; au Bangladesh, par contre, les pertes de vies risquent d'être très nombreuses et les dommages matériels très lourds.

La vulnérabilité au changement climatique a été définie comme étant fonction à la fois de l'exposition aux conditions climatiques et de la capacité d'adaptation de la population exposée[9]. Certaines régions ne sont pas vulnérables au changement climatique, simplement parce que la probabilité qu'elles soient exposées à ses manifestations est faible. Par contre, d'autres régions seront exposées et, si leur capacité d'adaptation est inadéquate, pourront connaître des stress et des conflits. De plus, la capacité d'adaptation des différents foyers peut varier au sein d'une même collectivité, c'est-à-dire que certains membres peuvent être plus vulnérables que d'autres même si l'exposition est la même. Des chercheurs ont commencé à examiner de quelle manière certaines caractéristiques telles que l'aisance financière, le sexe, l'âge et l'origine ethnique peuvent déterminer quels membres d'une collectivité donnée seront plus vulnérables que d'autres aux risques climatiques[10].

La vulnérabilité au changement climatique peut aussi prendre des formes significativement différentes à l'intérieur même de petites unités géographiques. Par exemple, les collectivités du sud-ouest de l'Ontario sont vulnérables aux changements des régimes de précipitations qui peuvent découler du changement climatique, mais pour des raisons totalement différentes. Les collectivités riveraines des Grands Lacs doivent actuellement faire face à la baisse des niveaux des lacs, qui peut être exacerbée par le changement climatique[11]. Elles sont donc vulnérables parce que ces changements ont une incidence sur certaines de leurs activités économiques, comme la navigation et les loisirs. De leur côté, les collectivités de l'intérieur des terres qui tirent leur eau potable des réserves d'eau souterraine pourraient devoir rationner l'utilisation de l'eau en été à cause de la

sécheresse; nombre d'entre elles y ont déjà été contraintes dans les dernières années.

Bref, la vulnérabilité des populations humaines aux impacts possibles du changement climatique dépend à la fois de la nature des changements dans les systèmes naturels et de la nature des systèmes sociaux, politiques et économiques en place à un moment donné et à un endroit donné.

5. Relation entre le changement climatique et la migration

Divers auteurs ont avancé que les impacts du changement climatique sur certaines régions vulnérables entraîneront probablement des conditions de pénurie et des déplacements importants de populations, voire des mouvements de masse de « réfugiés de l'environnement »[12].

Ainsi, certains ont fait remarquer que les projections actuelles d'élévation du niveau de la mer et d'augmentation d'intensité des cyclones tropicaux pourraient rendre inhabitables un grand nombre de petits États insulaires[13]. Cela conduirait à une situation étrange, où des États membres des Nations Unies cesseraient d'exister géographiquement, laissant à la communauté internationale le soin de décider du sort de leurs ressortissants[14]. D'autres adoptent une attitude plus pessimiste et estiment qu'il y aura effectivement des mouvements de masse de populations, surtout en provenance de pays en développement qui sont incapables de faire face à des sécheresses récurrentes et aux pénuries alimentaires qui les accompagnent[15]. D'autres encore avancent que les migrations liées au changement climatique poseront de graves défis sur le plan de la sécurité internationale au cours des décennies à venir[16].

Pour déterminer si ces issues sont effectivement probables, il faut d'abord confirmer la validité de l'hypothèse d'une relation entre le climat et les mouvements de populations, et établir la nature de cette relation.

De nombreux chercheurs ont démontré que les régimes d'établissement et de migration des populations humaines préhistoriques étaient très fortement liés aux changements du climat[17]. En Chine, où il existe des registres écrits depuis bien plus de siècles que dans la plupart des nations occidentales, les données montrent que les mouvements de populations sur de longues périodes, particulièrement ceux des populations pastorales, étaient liés à des changements du climat[18]. Nous avons choisi trois exemples de migrations survenues au XX^{e} siècle qui peuvent avoir été causées ou influencées par des phénomènes climatiques que nous utiliserons pour illustrer certaines caractéristiques de la relation entre la migration et le climat.

Exemple 1 : Sud-ouest des États-Unis, années 1930

Des chercheurs ont déterminé que le climat qui régnait dans les grandes plaines des États-Unis pendant les années 1930 était un analogue utile des conditions que pourrait connaître cette région dans un nouveau climat, parce qu'il s'est caractérisé par des déficits pluviométriques pluriannuels et des périodes prolongées de températures supérieures à la normale[19]. Ces conditions climatiques

ont coïncidé avec des conditions économiques défavorables sur l'ensemble du pays, des baisses des prix des produits agricoles et la mécanisation rapide du secteur agricole. Il en a résulté une faillite généralisée des petites exploitations agricoles, surtout celles situées sur des terres marginales. Les régions cotonnières où le métayage était largement pratiqué ont été particulièrement touchées, et de nombreux métayers ont dû quitter les terres qu'ils exploitaient. Au cours de cette décennie, plus de 300 000 résidents du sud-ouest des États-Unis auraient émigré, surtout en direction de la Californie[20]. Des dizaines de milliers de gens ont été déplacés à l'intérieur de la région, et des bidonvilles de personnes déplacées ont surgi en périphérie de ses centres urbains.

Exemple 2 : Migrations induites par la sécheresse en Afrique de l'Est

Dans les dernières décennies, un certain nombre de recherches ont porté sur la façon dont certaines populations d'Afrique ont tenté de composer avec des sécheresses récurrentes. Comme l'agriculture de ces régions est souvent très dépendante des précipitations (par opposition à l'irrigation pratiquée dans des pays plus développés), les populations rurales y sont particulièrement exposées aux fluctuations de ce paramètre. La preuve en est que la sécheresse y est assez fréquente pour que certains groupes aient adopté diverses stratégies, dont la migration temporaire, pour faire face aux risques climatiques. Dans l'ouest du Soudan, par exemple, ces stratégies migratoires consistent entre autres à envoyer un homme plus âgé du groupe à Khartoum pour y chercher un emploi rémunéré pendant les périodes de sécheresse[21]. De même, les migrations de jeunes gens dans le nord de l'Éthiopie semblent en réaction directe aux sécheresses[22]. Dans les régions rurales sèches, une fois que la sécheresse est devenue particulièrement grave et que les autres options d'adaptation ont été épuisées, des familles et collectivités entières migrent vers des régions où elles espèrent trouver du secours[23].

Exemple 3 : Ouragan Mitch

En octobre 1998, un violent ouragan a frappé l'Amérique centrale, le Honduras et le Nicaragua étant les pays les plus touchés. Au Honduras, plus de 5 600 personnes ont été tuées, 35 000 maisons détruites, et l'économie laissée au bord de la catastrophe[24]. La migration (légale ou non) de Honduriens vers les pays voisins et les États-Unis a énormément augmenté l'année suivante; elle a baissé depuis, mais est restée à des niveaux supérieurs à ceux d'avant l'ouragan Mitch. Les autorités de l'immigration des États-Unis sont encore en train de gérer la réaction migratoire au passage de l'ouragan en question. Mentionnant la persistance du besoin d'assistance consécutive à l'ouragan Mitch, en mars 2003, le Citizenship and Immigration Service des États-Unis a annoncé qu'il prolongeait jusqu'en 2005 le statut de protection temporaire (Temporary Protection Status) qu'il avait accordé à 80 000 ressortissants honduriens arrivés aux États-Unis à cause de l'ouragan. Autrement dit, pour les États-Unis, les besoins en gestion de l'immigration consécutifs à cette tempête se feront toujours sentir au moins six ans après l'événement.

6. Formes de migration induite par le changement climatique

Ces trois exemples mettent en lumière plusieurs aspects de la relation entre le changement climatique et les processus de migration, dont un est que la migration induite par le climat peut prendre diverses formes, par exemple :

- établissement de structures de migration récurrentes dans le cadre d'une réponse habituelle aux fluctuations et changements du climat (comme dans le cas des Africains de l'Est et de la sécheresse);
- vagues à court terme de migrants en réaction à un stimulus climatique donné (comme dans le cas de l'ouragan Mitch);
- mouvements à grande échelle, qui commencent lentement mais prennent de l'ampleur lorsque des conditions climatiques défavorables coïncident avec des conditions ou processus socio-économiques eux aussi défavorables (comme dans l'exemple des grandes plaines des États-Unis).

Il existe certainement d'autres modes de migration en réponse à des changements du climat. Ce que nous voulons montrer ici, c'est qu'il n'existe pas de formule simple « si A alors B » pour expliquer les réponses migratoires à des stimuli climatiques. On comprend alors l'importance d'évaluer les réponses migratoires possibles au changement climatique en fonction de l'exposition au risque et de la capacité d'adaptation d'une collectivité ou d'un pays donné.

7. Changements de l'exposition aux risques climatiques

Les sécheresses frappent les grandes plaines américaines et l'Afrique de l'Est relativement régulièrement, et des ouragans soufflent souvent sur les Caraïbes – il s'agit là de manifestations des variations naturelles du climat. Le milieu de la recherche sur le changement climatique prédit que la fréquence, l'intensité et l'étendue de ces phénomènes – sécheresses sur les régions continentales et violentes tempêtes cycloniques – vont probablement augmenter, ce qui y accroîtra d'autant l'exposition des populations dans les années à venir. En fait, l'Organisation météorologique mondiale (OMM) a indiqué en juillet 2003 que, ces dernières années, le nombre de phénomènes météorologiques extrêmes observés avait augmenté à l'échelle planétaire[25]. Par conséquent, les probabilités de migrations consécutives à des phénomènes météorologiques extrêmes, à des sécheresses et au changement climatique sont à la hausse.

Dans le cas de l'Amérique centrale, il semble que la fréquence des ouragans soit en train d'augmenter[26]. Si les ouragans de la force de Mitch deviennent plus fréquents, il faut se demander si un pays pauvre comme le Honduras aura la possibilité de s'en rétablir suffisamment avant l'arrivée du suivant. Il y a déjà cinq ans que Mitch a frappé, et le Honduras est encore en train d'essayer de retrouver sa position économique antérieure. Dans ce cas particulier, le risque tient à un changement temporel de la fréquence des ouragans. Il peut aussi y avoir des changements dans la distribution spatiale des épisodes extrêmes et d'autres conditions climatiques défavorables, ce qui signifie que

des collectivités humaines qui ne les ont pas connues jusqu'ici pourraient y être exposées dans les années à venir. Par exemple, il semble que, depuis une vingtaine d'année, l'occurrence de tempêtes tropicales ait brutalement augmenté dans la partie Nord de la région de l'Atlantique habituellement touchée par les ouragans[27]. Ces changements pourraient être de simples anomalies, qui ne sont pas significatives sur des périodes plus longues; elles illustrent cependant que la distribution géographique de l'exposition à des phénomènes météorologiques extrêmes peut changer très rapidement, même en l'absence de modification anthropique des processus atmosphériques naturels.

Le GIEC indique que, sur de nombreuses régions continentales, des changements des régimes pluviométriques – augmentation de la fréquence des sécheresses ainsi que des épisodes de pluie ou de neige intenses – semblent devoir se produire dans les décennies à venir. De même que pour les tempêtes tropicales, on peut s'attendre à ce que ces changements varient dans le temps comme dans l'espace. Ainsi, des recherches donnent à penser que les régimes des précipitations pour une bonne partie du nord de la Chine sont en train de changer, la région du nord-ouest devenant plus humide tandis que les régions du centre et de l'est s'assèchent[28]. En même temps, l'intensité des phénomènes de précipitation dans certains secteurs semble aussi changer[29].

Cet état de choses soulève un autre point quant aux impacts du changement climatique : certaines régions pourraient à terme jouir d'un climat plus favorable que celui qu'elles connaissent actuellement. Il est donc concevable qu'elles finissent par attirer des populations en migration. Si la glace de mer dans le passage du Nord-Ouest s'amincissait suffisamment pour qu'il puisse être utilisé pour la navigation commerciale, on verrait une augmentation de la circulation des biens et des personnes dans l'Arctique canadien, qui s'accompagnerait sans doute d'une croissance économique et démographique. Selon leur nature, certains aspects de cette nouvelle activité pourraient intéresser l'appareil de sécurité.

8. Changements de la capacité d'adaptation

D'après les études de cas portant sur le sud-ouest des États-Unis et l'Afrique du Nord-Est, il semble probable que ces deux régions seront exposées à des sécheresses plus fréquentes découlant du changement climatique au cours des prochaines décennies. Cependant, de même que l'exposition peut changer, de même le peut la capacité d'adaptation. Bien que la sécheresse des années 1930 ait entraîné un déplacement de populations généralisé aux États-Unis, les sécheresses des décennies subséquentes n'ont pas eu ce résultat[30]. Cet état de choses tient à un certain nombre de facteurs qui ont renforcé la capacité d'adaptation de la région. Après les années 1930, les populations des États des grandes plaines n'ont jamais retrouvé leur taille précédente, surtout en région rurale, et des pratiques telles que le métayage et le fermage de petites exploitations ont pris fin. Le secteur agricole a adopté toute une gamme de nouvelles technologies et stratégies pour s'ajuster aux années de faible pluviosité, comme utiliser l'eau souterraine pour l'irrigation afin de moins dépendre des pluies. En outre, les gouvernements fournissent maintenant aux agriculteurs une assurance récolte, des subventions et des secours financiers ponctuels pendant les années de faible pluviométrie.

Autrement dit, la capacité d'adaptation dans les États des grandes plaines s'est améliorée au point

où la migration à grande échelle ne constitue plus une option d'adaption depuis les années 1930, bien que l'exposition à la sécheresse soit encore présente de nos jours. De toute évidence, il peut y avoir des limites à ces formes de capacité d'adaptation. Les réserves d'eau souterraine peuvent être menacées ou épuisées, ou les contribuables peuvent exiger qu'on mette fin aux paiements de compensation versés aux agriculteurs.

Dans des pays moins développés, comme l'Éthiopie et le Soudan, les gouvernements nationaux ne peuvent fournir qu'une aide minimale aux populations rurales pendant les périodes difficiles, et les technologies telles que l'irrigation à l'eau souterraine sont soit non réalisables soit hors de portée pour la plupart des agriculteurs. La migration restera donc une stratégie d'adaptation tant que le fait de rester sur place pendant les périodes de sécheresse et de récoltes déficitaires sera pour les familles synonyme de famine. Un des débats en cours entre les signataires de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques concerne la façon de trouver des moyens (financiers, technologiques ou autres) d'aider les pays en développement à renforcer leur capacité d'adaptation.

Ces exemples montrent à quel point la vulnérabilité d'une population humaine donnée aux impacts du changement climatique à venir est fonction à la fois de la nature de l'exposition aux risques (ou aux avantages) de changements des conditions naturelles et des changements de la capacité de cette population à s'adapter aux changements en question, cette capacité étant elle-même liée aux conditions sociales, politiques et économiques dans lesquelles vit cette population.

9. Caractéristiques des populations migrant à cause du changement climatique

Dans la section précédente, nous avons observé que, dans une collectivité exposée à des conditions climatiques défavorables, la migration n'est pas toujours la réponse d'adaptation choisie par la population. Même dans les cas où elle l'est, les populations migratrices ne présentent pas nécessairement les mêmes caractéristiques démographiques que l'ensemble de la population exposée. En Afrique de l'Est, la migration consécutive à des sécheresses tend à être le fait des jeunes hommes. Dans les années 1930, les personnes qui ont quitté les États des plaines du sud-ouest pour la Californie étaient le plus souvent des familles nucléaires intactes, d'éducation supérieure à la moyenne, issues de divers horizons professionnels, et qu'un bon appui familial attendait en Californie[31]. Ce n'étaient pas là les caractéristiques démographiques typiques des gens le plus touchés par les conditions dans leur région d'origine : des paysans sans terre, des pauvres ruraux, des personnes âgées ou malades, des gens ayant un soutien familial minime.

Autrement dit, *ce ne sont pas nécessairement les plus vulnérables qui sont les plus susceptibles de devenir des migrants du changement climatique*. La migration, surtout sur de grandes distances, présuppose l'accès à de l'argent, à un réseau familial et/ou à une forme quelconque d'aide ou de capital. Dans les années 1930, des bidonvilles se sont installés en périphérie des centres urbains des États des plaines du sud-ouest – il semble que c'est là qu'ont abouti ceux qui avaient été touchés mais n'avaient pas la possibilité de quitter la région.

10. Répercussions sur l'appareil de sécurité et de renseignements

Nous avons déjà dit que la vulnérabilité d'une population humaine donnée au changement climatique est fonction à la fois de son exposition aux risques qui en découlent et de sa capacité à s'adapter à ces risques. Nous avons démontré que, dans certains cas, cette vulnérabilité peut entraîner des changements des modes de migration, les gens réagissant à la perte de leur gagne-pain, aux perturbations économiques, aux stress sociaux, à l'instabilité et/ou aux conflits. Cet état de choses a des répercussions sur l'appareil de sécurité et de renseignements.

Par exemple, la pénurie des ressources en eau au Proche-Orient et le risque de conflit en découlant suscitent depuis un certain temps déjà des préoccupations à l'échelle internationale[32]. La façon dont les populations humaines de cette région réagiraient à d'autres changements dans les régimes des précipitations, la possibilité que leur réaction inclue ou non des changements dans les modes d'établissement ou de migration et les caractéristiques des gens qui migreraient sont autant de questions qui intéresseraient nombre d'intervenants de l'appareil de sécurité.

Les répercussions sur le plan de la sécurité ne se limitent pas à la façon dont le changement climatique peut influer sur les modes de migration et d'établissement dans la région où il se manifeste. Reprenons l'exemple d'un ouragan tel que Mitch. Le déplacement de grands nombres de gens cause d'importantes perturbations dans la région où il a frappé, mais impose aussi un stress aux régions qui reçoivent ces migrants imprévus. Dans ce cas, les répercussions sur la sécurité sont une combinaison de celles de la région d'origine et de la région d'accueil. Le SCRS travaille activement à fournir des conseils de sécurité sur les immigrants à Citoyenneté et Immigration Canada[33]. Par conséquent, dans ce secteur de ses activités, il s'intéresse plus particulièrement aux événements, qu'ils soient d'ordre climatique ou autres, susceptibles de modifier les caractéristiques des mouvements migratoires vers le Canada.

Le défi que les organismes de sécurité ont à relever est clair : intégrer dans leurs procédures d'analyse et activités opérationnelles la capacité de prévoir les risques liés au changement climatique et d'évaluer les réponses d'adaptation possibles des populations suscitant des préoccupations. Il leur faut en outre s'acquitter de ces tâches dans un contexte où les ressources disponibles sont limitées et les exigences à satisfaire, nombreuses.

11. Exemples caractéristiques : Le changement climatique et les mouvements migratoires en Chine et au Pakistan

Les régions que nous avons déjà utilisées comme exemples dans le présent article – les plaines arides du sud-ouest des États-Unis, l'Afrique du Nord-Est et le Honduras – nous ont permis d'illustrer les relations entre le changement climatique et la migration, mais ne suscitent pas d'intérêt particulier sur le plan de la sécurité d'un point de vue canadien. Pour illustrer les liens actuels entre le changement climatique, la migration et la sécurité, nous examinerons brièvement les cas de la Chine et du Pakistan. Comme ces deux pays figurent régulièrement parmi les principales sources

d'immigrants au Canada[34], des communautés transnationales importantes et croissantes ont vu le jour reliant le Canada à chacun d'eux. En outre, ces deux pays ont fait l'objet de numéros antérieurs dans la collection *Commentaire* du SCRS, dont nous nous servirons comme point de départ pour intégrer les informations sur le changement climatique et les réponses possibles de la population dans l'analyse de la sécurité.

a) Chine

Dans son examen des risques de troubles en Chine et de leurs répercussions sur le Canada, Michael Szonyi cite les mouvements migratoires internes – particulièrement l'exode rural incontrôlé et le mouvement des Han vers l'ouest de la Chine et le Tibet – parmi les nombreuses causes d'instabilité (*Commentaire* n° 79). De leur côté, Nicolino Strizzi et Robert T. Stranks ont établi un lien entre la dégradation de l'environnement, d'une part, et la pression démographique et l'exode rural croissant en Chine, d'autre part, et ont exprimé des craintes particulières face à l'avenir des réserves d'eau douce de ce pays (*Commentaire* n° 67). Nous utiliserons les leçons tirées du cas historique analogue des plaines arides du sud-ouest des États-Unis et les informations découlant des modèles climatiques régionaux pour améliorer les prévisions de ces auteurs sur le plan de la sécurité.

Si l'on en croit les scénarios de changement climatique régionaux pour la Chine au cours de la décennie débutant en 2020, le changement climatique provoquerait une diminution des précipitations dans le centre-nord et le nord-est du pays[35]. Cette diminution, combinée à une élévation prévue des températures moyennes, entraînerait des conditions de sol plus sèches et des rendements réduits des récoltes, surtout aux endroits où il est impossible d'irriguer. De telles conditions, si elles devaient se concrétiser, auraient un effet néfaste sur l'agriculture et augmenteraient les pressions sur les résidents ruraux pour migrer vers d'autres secteurs à la recherche de possibilités économiques, grossissant de ce fait le flot existant des migrants qui quittent la campagne pour aller s'installer dans les villes en Chine. Les relations entre les conditions environnementales et les conditions socio-économiques ne seraient pas très différentes de celles qui ont provoqué le mouvement de migration des plaines arides du sud-ouest américain dans les années 1930. Les périodes où les pénuries de précipitations coïncideraient avec des conditions économiques défavorables pour les fermiers (comme des prix des cultures peu élevés) seraient les plus susceptibles d'entraîner des pointes soudaines des niveaux d'exode rural qui pourraient mener à des troubles socio-politiques.

Dans le nord-ouest de la Chine, où il y a déjà des tensions entre les migrants han et les Ouïgours à prédominance musulmane (voir aussi Paul George, *Commentaire* n° 73), les modèles climatiques régionaux donnent à penser que les précipitations moyennes et l'humidité disponible dans le sol pourraient concrètement augmenter au cours des prochaines décennies. De telles conditions auraient un effet positif sur le rendement moyen des récoltes et augmenteraient probablement l'attrait de cette région pour de nouvelles migrations de fermiers han. Cela pourrait à son tour accroître le risque de conflits entre la population traditionnelle ouïghoure et les migrants han.

b) Pakistan

En 1997, Peter Gizewski écrivait que le Pakistan connaissait de l'agitation dans les grandes villes, un haut taux de croissance démographique, une dégradation constante des terres agricoles, des risques de pénuries d'eau, une répartition inégale des ressources et un exode rural croissant, autant de facteurs qui contribuaient à l'instabilité politique (*Commentaire* n° 71). Le Pakistan a connu de grands changements politiques depuis. En outre, les attentats terroristes du 11 septembre 2001 et le renversement subséquent par les Américains du régime des talibans en Afghanistan ont accru son importance dans le cadre de la sécurité internationale et des efforts de lutte contre le terrorisme depuis l'analyse de Gizewski. Outre les nouveaux sujets d'intérêt et de préoccupation sur le plan de la sécurité qui ont vu le jour depuis 1997, il existe davantage d'informations sur la vulnérabilité du Pakistan au changement climatique et sur le risque de nouvelles perturbations du bien-être économique de ce pays.

Au Pakistan, les précipitations sont très saisonnières. Les modèles climatiques régionaux pour ce pays donnent à penser que la pluviosité moyenne pendant la saison des pluies risque d'augmenter au cours des prochaines années, tout comme les températures moyennes pendant la saison sèche[36]. Résultat, les sols agricoles dans une bonne partie du pays connaîtraient une perte d'humidité plus grande pendant les saisons sèches et des phénomènes de précipitations plus extrêmes pendant la saison des pluies, deux dangers pour les agriculteurs. Les rendements des récoltes, en particulier des cultures céréalières, risquent de chuter à moins que l'on parvienne à augmenter la quantité de terres arables irriguées et que les agriculteurs réussissent à ajuster les époques de plantation et les sélections de culture.

L'augmentation du ruissellement des régions montagneuses et l'augmentation des précipitations pendant la saison des pluies signifieraient qu'à certains moments de l'année, il y aurait probablement davantage d'eau dans le réseau fluvial de l'Indus. À l'heure actuelle, cependant, le pays ne dispose pas de l'infrastructure nécessaire pour entreposer et transporter cette eau excédentaire afin de l'utiliser pour irriguer pendant la saison sèche. Résultat, l'eau additionnelle est aussi susceptible d'accroître les risques environnementaux existants, comme le risque d'inondation et de forte salinité du sol, que d'être utile aux agriculteurs.

Si les projections des modèles climatiques sont justes, les changements climatiques au Pakistan risquent d'exacerber les conditions environnementales actuelles à l'origine de la dégradation des sols, des insuffisances de la production alimentaire, de la pauvreté en milieu rural et de l'agitation en milieu urbain. Des mouvements de migration circulaire, comme ceux qui ont été observés dans l'Afrique du Nord-Est, ponctués de vagues d'immigration à la suite de phénomènes atmosphériques extrêmes, comme celles qui ont suivi le passage de l'ouragan Mitch au Honduras, seraient possibles. De tels changements auraient probablement une incidence non seulement sur les mouvements migratoires internes, mais aussi sur les mouvements de migration vers d'autres pays comme le Canada, où il y a de grosses communautés pakistanaises.

12. Évaluer les risques de changement climatique dans le contexte de la sécurité

Les exemples qui précèdent montrent bien que l'intégration des informations sur les changements climatiques permet d'améliorer les analyses de sécurité de nature prospective. Les organismes de sécurité peuvent s'y prendre de diverses façons pour acquérir cette capacité. Ainsi, ils pourraient se doter d'un programme distinct d'évaluation des risques liés au changement climatique. Ils pourraient également, ce qui serait plus efficace et rentable, intégrer les évaluations des risques liés au changement climatique dans les analyses de sécurité et les fonctions d'analyse des risques dont ils s'acquittent déjà.

Les organismes de sécurité recensent déjà les groupes, les collectivités et les régions qui suscitent des préoccupations ou sont susceptibles d'en susciter. Il est relativement simple d'ajouter aux processus d'analyse existants la détermination de l'exposition actuelle aux risques climatiques et la capacité actuelle d'adaptation des collectivités dans les régions présentant un intérêt. Une fois ceci fait, des prévisions modélisées du climat futur de la région en question peuvent être ajoutées à l'analyse, ce qui permettra de prédire la vulnérabilité future et les réactions possibles de la collectivité.

Cette démarche peut sembler simple et intuitive, et nous espérons qu'elle l'est. Elle intègre les facteurs de risques liés au changement climatique dans les processus utilisés régulièrement par les analystes, et fait fond sur les forces existantes de l'appareil de sécurité. Les informations requises sont facilement accessibles au public, et les résultats rehaussent l'exhaustivité des prévisions pour les populations présentant un intérêt.

13. Conclusion

Au cours des prochaines années, les spécialistes s'attendent à ce que le climat connaisse des changements significatifs, dont certaines manifestations sont déjà visibles. Nombre de ces manifestations sont des exacerbations de risques climatiques existants, auxquels les collectivités humaines sont déjà vulnérables. La vulnérabilité d'une collectivité donnée à ces risques est fonction de la nature de son exposition et de sa capacité d'adaptation. Les données disponibles, tant historiques que récentes, montrent que les modes de migration de l'homme peuvent être modifiés, ou de nouvelles migrations déclenchées, par des événements ou conditions climatiques qui surviennent dans les collectivités vulnérables. Une migration à grande échelle ou la naissance de communautés transnationales reliant le Canada à des régions qui suscitent des préoccupations sur le plan de la sécurité signifient que les conditions, y compris les conditions climatiques, qui ont une incidence sur la stabilité et le bien-être des habitants de ces pays préoccupent le Canada.

On peut s'attendre à constater dans les décennies à venir des perturbations imposées par le climat aux populations humaines, et les migrations qui s'ensuivent. Ces déplacements induits par le climat peuvent avoir des effets dans les régions d'origine (les régions touchées directement), le long des voies de migration et dans les régions de destination, souvent bien au-delà des frontières nationales. Nombre des stress, risques et occasions consécutifs ont des répercussions sur l'appareil de sécurité.

En intégrant les évaluations de la vulnérabilité au changement climatique dans les procédures actuelles d'évaluation du risque, le Service a la possibilité d'améliorer leur capacité de prévoir les déplacements de populations liés au climat et de s'y préparer.

Robert McLeman termine des recherches de doctorat à l'Université de Guelph, où il étudie l'adaptation des populations humaines aux risques liés au changement climatique. Il a auparavant travaillé pendant plus de dix ans en Asie, en Europe et aux États-Unis comme agent du service extérieur de l'immigration.

Barry Smit est professeur de géographie et titulaire de la chaire de recherche du Canada en changement environnemental planétaire à l'Université de Guelph. Il est l'auteur principal du plus récent rapport sur l'adaptation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat et il agit comme consultant en matière d'adaptation aux risques liés au changement climatique auprès d'un certain nombre de ministères canadiens et d'organisations internationales.

Commentaire est publié régulièrement par la Direction de la recherche, de l'analyse et de la production du SCRS. Si vous avez des questions sur la teneur du document, veuillez vous adresser au directeur général de la Direction de la recherche, de l'analyse et de la production à l'adresse suivante : C.P. 9732, Succursale « T », Ottawa (Ontario), K1G 4G4; ou par télécopieur au (613) 842-1312. Consultez notre site Internet pour les numéros antérieurs de *Commentaire* : http://www.csis-scrs.gc.ca

ISSN 1192-277X
Catalogue JS73-1/86

[1] Voir les numéros suivants de la collection *Commentaire* : n° 71, *Pénuries de ressources et conflits*, de Peter Gizewski, printemps 1997; n° 67, *Dégradation de l'environnement et sécurité en Chine*, de Nicolino Strizzi et Robert T. Stranks, mars 1996; n° 47, *L'environnement et les nouveaux concepts de la sécurité*, de Berel Rodal, août 1994.

[2] J. T. Houghton, Y. Ding, D. J. Griggs, M. Nouguer, P. J. van der Linden, X. Da, K. Maskell et C. A. Johnson, *Climate change 2001: The Scientific Basis*, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Genève, 2001.

[3] *Encyclopaedia of the Atmospheric Environment*, accessible à l'adresse suivante www.doc.mmu.ac.uk/aric/eae/index.html.

[4] Un résumé utile des impacts du réchauffement sur l'Arctique canadien est paru dans l'article de U.L. McFarling « Vanishing ice », *Los Angeles Times*, 19 janvier 2003.

[5] Selon de récentes recherches sur les impacts du changement climatique en Chine, une grande partie du nord de ce pays pourrait connaître des déficits des précipitations au cours du prochain siècle, ce qui aggraverait encore la dégradation anthropique des ressources en eau. Voir F. Tao, M. Yokozawa, Y. Hayashi et E. Lin, « Future climate change, the agricultural water cycle and agricultural production in China », *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 95, n° 1 (2003), p. 203-215.

[6] T. Homer-Dixon, « Environmental and demographic threats to Canadian security », *Politique étrangère du Canada*, vol. 2, n° 2 (1994), p. 7-40.

[7] S. Lonergan, *The role of environmental degradation in population displacement*, premier rapport de recherche, Global Environmental Change and Human Security Project, Victoria, 1998.

[8] On s'attend à ce que le changement climatique anthropique cause dans les décennies à venir une augmentation de la fréquence et de l'intensité de risques naturels tels que les inondations, les tempêtes tropicales, les tempêtes de verglas, etc. Le texte de référence dans l'étude de la vulnérabilité humaine aux risques naturels, *The environment as hazard*, de Burton, Kates et White (Guilford Press, 1979, mis à jour en 1993), reste un point de départ utile pour la prise en compte de cet aspect du changement climatique et de la vulnérabilité humaine.

[9] B. Smit et O. Pilifosova, « Adaptation to climate change in the context of sustainable development and equity », *Climate change 2001: Impacts, adaptation and vulnerability*, Contribution du Groupe de travail II au Troisième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, J. J. McCarthy, O. F. Canzianni, N. A. Leary, D. J. Dokken, et K. S. White (s. la dir. de), Cambridge University Press, Cambridge, 2001.

[10] G. E. Clark, S. C. Moser, S. J. Ratick, K. Dow,W. B. Meyer, S. Emani, W. Jin, J. X. Kasperson, R. E. Kasperson et H. E. Schwarz, « Assessing the vulnerability of coastal communities to extreme storms: The case of Revere, MA., USA », *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, vol. 3, n° 1 (1998), p. 59-82; S. Cutter, J. T. Mitchell et M. S. Scott, « Revealing the Vulnerability of People and Places: A Case Study of Georgetown County, South Carolina », *Annals of the Association of American Geographers*, vol. 90, n° 4 (2000), p. 713-737.

[11] Le gouvernement du Canada a créé un site Web qui fournit des résumés des impacts prévus du changement climatique, par région. Ce site se trouve à l'adresse suivante www.climatechange.gc.ca.

[12] B. R. Döös, « Environmental degradation, global food production, and risk for large-scale migrations », *Ambio*, vol. 23, n° 2 (1994), p. 124-130; G. Hugo, « Environmental concerns and migration », *International Migration Review*, vol. 30, n° 1 (1996), p. 105-131; F. L. MacKellar, W. Lutz, A. J. McMichael et A. Suhrke, « Population and climate change », *Human choice and climate change*, S. Rayner et E. L. Malone (s. la dir. de), Battelle Press, Columbus, 1998, p. 89-194; C. H. D. Magadza, « Climate change impacts and human settlements in Africa: Prospects for adaptation », *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 61, n° 1 (2000), p. 193-205; E. Meze-Hausken, « Migration caused by climate change: how vulnerable are people in dryland areas? », *Mitigation and Adaptation Strategies for Climate Change*, vol. 5, n° 4 (2000), p. 379-406; J. Hay et M. Beniston, « Environmental change and migration », *Tiempo*, vol. 4, n° 2 (décembre 2001); N. Myers, « Environmental refugees: a growing phenomenon of the 21st century », *Philosophical transactions of the Royal Society London: Biological sciences: Series B*, vol. 357, n° 1420 (2002), p. 609-613; J. Barnett, « Security and climate change », *Global Environmental Change*, vol. 13, n° 1 (2003), p. 7-17.

[13] J. Hay et M. Beniston, 2001; voir la note 12.

[14] L'an passé, des résidents de l'État insulaire de Tuvalu, dans le Pacifique, ont connu des ondes de marée dévastatrices et des intrusions d'eau salée dans les terres agricoles. Les autorités de Tuvalu en ont appelé aux gouvernements de la Nouvelle-Zélande et de l'Australie pour relocaliser 11 000 personnes. Jusqu'ici, il semble que la Nouvelle-Zélande se soit montrée plus favorable que l'Australie à cette idée. « Pacific Islands: Climate Change, Radiation Concern Leaders », Environment News Service, 19 août 2002.

[15] N. Myers, 2002; voir la note 12.

[16] J. Barnett, 2003; voir la note 12.

[17] B. V. Geel, J. Buurman et H. T. Waterbolk, « Archaeological and palaeoecological indications of an abrupt climate change in The Netherlands, and evidence for climatological teleconnections around 2650 BP », *Journal of Quaternary Science*, vol. 11, n° 6 (1996), p. 451-460; P. M. Dolukhanov, « The Pleistocene-Holocene transition in Northern Eurasia: environmental changes and human adaptations », *Quaternary International*, 41-42 (1997), p. 181-191; Y. N. Gribchenko et E. I. Kurenkova, « The main stages and natural environmental setting of Late Paleolithic human settlement in Eastern Europe », *Quaternary International*, 41-42 (1997), p. 173-179; B. Huntley, « Climatic change and reconstruction », *Journal of Quaternary Research*, vol. 14, n° 6 (1999), p. 513-520; D. R. Yesner, « Human dispersal into interior Alaska: antecedent conditions, mode of colonization and adaptations », *Quaternary Science Reviews*, vol. 20, n° 1-3 (2001), p. 315-327; P. D. Tyson, J. Lee-Thorp, K. Holmgren et J. F. Thackeray, « Changing Gradients of Climate Change in Southern Africa during the Past Millennium: Implications for Population Movements », *Climatic Change*, vol. 52, n° 1 (2002), p. 129-135.

[18] B. Smit et Y. Cai, « Climate change and agriculture in China », *Global Environmental Change*, vol. 6, n° 3 (1996), p. 205-214.

[19] C. Rosenzweig et D. Hillel, « The Dust Bowl of the 1930s: Analog of greenhouse effect in the Great Plains? », *Journal of Environmental Quality*, vol. 22, n° 1 (1993), p. 9-22.

[20] J. N. Gregory, *American Exodus: The Dust Bowl migration and Okie culture in California*, Oxford University Press, New York, 1989.
[21] A.A. Afolayan et I. O. Adelekan, « The role of climatic variations on migration and human health in Africa », *The Environmentalist*, vol. 18, n° 4 (1999), p. 213-218.
[22] M. Ezra, *Demographic responses to environmental stress in the drought- and famine-prone areas of northern Ethiopia*, 2001.
[23] E. Meze-Hausken, « Migration caused by climate change: how vulnerable are people in dryland areas? », *Mitigation and Adaptation Strategies for Climate Change*, vol. 5, n° 4 (2000), p. 379-406.
[24] S.S. Morris, O. Neidecker-Gonzales, C. Carletto, M. Munguia, J. M. Medina et Q. Wodon, « Hurricane Mitch and the livelihoods of the rural poor in Honduras », *World Development*, vol. 30, n° 1 (2002), p. 49-60.
[25] Communiqué de presse de l'Organisation météorologique mondiale, 2 juillet 2003 : www.wmo.ch.
[26] J.J. McCarthy, O. F. Canziani, N. A. Leary, D. J. Dokken et K. S. White, *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Genève, 2001, section 14.1.2.1.5.
[27] T. R. Karl et D. R. Easterling, « Climate extremes: Selected review and future research directions », *Climatic Change*, vol. 42, n° 1 (1999), p. 309-325.
[28] F. Tao, M. Yokozawa, Y. Hayashi et E. Lin, « Future climate change, the agricultural water cycle and agricultural production in China », *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 95, n° 1 (2003), p. 203-215.
[29] P. Zhai, A. Sun, F. Ren, X. Liu, B. Gao et Q. Zhang, « Changes of climate extremes in China », *Climatic Change*, vol. 42 (1999), p. 203-218.
[30] Il convient de signaler qu'une grande partie des plaines des États-Unis et des Prairies canadiennes a connu des sécheresses graves ces dernières années. Au moment de la rédaction du présent document (juillet 2003), les taux de précipitation de cette année sont de nouveau propices à l'agriculture. Les prix des produits agricoles ont aussi tombé aux niveaux de ceux des années 1930 en termes réels (merci à Ben Bradshaw, de l'Université Simon Fraser, de nous avoir rappelé cet état de choses).
[31] J. N. Gregory, *American Exodus: The Dust Bowl migration and Okie culture in California*, Oxford University Press, New York, 1989.
[32] H. P. Toset, N. P. Gleditsch et H. Hegre, « Shared rivers and interstate conflict », *Political Geography*, vol. 19, n° 8 (2000), p. 971-996.
[33] On peut trouver des informations sur le rôle du SCRS dans le filtrage des demandes d'immigration et de citoyenneté à l'adresse www.csis-scrs.gc.ca.
[34] D'après Citoyenneté et Immigration Canada, en 2002, la Chine se classait en tête de liste des principaux pays sources d'immigrants au Canada (33 231 migrants) et le Pakistan au troisième rang (14 164 migrants). Source : « Recherche et statistiques » à l'adresse www.cic.gc.ca.
[35] Sources consultées pour l'étude du cas de la Chine : F. Tao, M. Yokozawa, Y. Hayashi et E. Lin, « Future climate change, the agricultural water cycle and agricultural production in China », *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 95, n° 1 (2003), p. 203-215; P. Zhai, A. Sun, F. Ren, X. Liu, B. Gao et Q. Zhang, « Changes of climate extremes in China », *Climatic Change*, vol. 42 (1999), p. 203-218; A. Ying, « Impact of climate change on China's water resources », *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 61, n° 1 (2000), p. 187-191; B. Smit et Y. Cai, « Climate change and agriculture in China », *Global Environmental Change*, vol. 6, n° 3 (1996), p. 205-214.
[36] Le dossier de référence sur le Pakistan, tiré de *Climate Change in Asia*, de l'Energy and Resources Institute, peut être consulté à l'adresse suivante www.ccasia.teri.res.in/country/pak/pak.htm.